

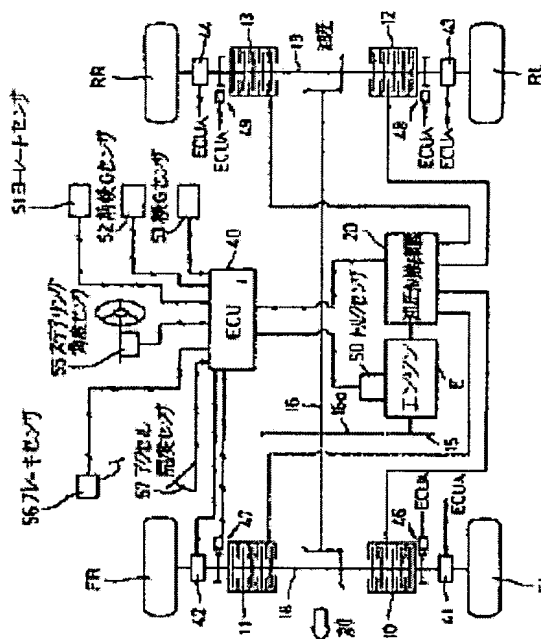
## DRIVE FORCE CONTROLLER

**Patent number:** JP4146819  
**Publication date:** 1992-05-20  
**Inventor:** MOTOYAMA YASUO; ISODA KEIJI; FUJII HIROSHI; UKI HIDENORI  
**Applicant:** MITSUBISHI MOTORS CORP  
**Classification:**  
**- International:** **B60K17/02; B60K17/348; B60K23/08; B60T7/12; B62D6/00; B62D101/00; B62D103/00; B62D109/00; B62D111/00; B62D113/00; B62D137/00; B60K17/00; B60K17/348; B60K23/08; B60T7/12; B62D6/00; (IPC1-7): B60K17/02; B60K17/348; B60K23/08; B60K41/24; B60T7/12; B62D6/00; B62D101/00; B62D103/00; B62D109/00; B62D111/00; B62D113/00; B62D137/00**  
**- european:**  
**Application number:** JP19900271422 19901009  
**Priority number(s):** JP19900271422 19901009

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP4146819

**PURPOSE:** To prevent idle running of tires in turning and improve the running limit, response of steering, and driving stability by predicting the load on each wheel according to the cross acceleration predicted and positively controlling the drive force rate of a right wheels and left wheels. **CONSTITUTION:** A four wheel drive car is not provided with a differential gear, and the right and left front wheels FL and FR and right and left rear wheels RL and RR are directly connected to an engine E through clutches 10 to 13 respectively. An electronic controller 40 controls a hydraulic controller 20 while monitoring the drive signals from the drive force sensors 41 to 44 of respective wheel to adjust the pressure of working oil of the clutches 10 to 13 and feeds back the drive force of each wheel and controls it to an objective drive force. In this case, the cross acceleration generated in the car is predicted based on the steering angle detected by a steering angle detector 55 and the car speed detected by the car speed sensors 41 to 44. In addition, the load acted on each wheel is predicted according to the cross acceleration. Each of the transmission force of clutches 10 to 13 is controlled according to the predicted load of each wheel is controlled.



Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-146819

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成4年(1992)5月20日

B 60 K 17/02  
17/348  
23/08  
B 60 T 7/12

Z 8710-3D  
Z 8710-3D  
Z 7140-3D  
A 7615-3H※

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全10頁)

⑭発明の名称 駆動力制御装置

⑯特 願 平2-271422

⑰出 願 平2(1990)10月9日

⑱発明者 本 山 廉 夫 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱発明者 磯 田 桂 司 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱発明者 藤 井 啓 史 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱発明者 宇 木 秀 憲 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑲出 願 人 三菱自動車工業株式会 東京都港区芝5丁目33番8号  
社  
⑳代 理 人 弁理士 長門 侃二  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

駆動力制御装置

## 2. 特許請求の範囲

- (1) 左右の車輪に駆動力を伝達する各駆動軸にそれぞれ介装されたクラッチ装置と、ステアリング装置の操舵角を検出する舵角センサと、車速を検出する車速センサと、舵角センサが検出する舵角と車速センサが検出する車速とに基づいて車両に発生する横加速度を予測すると共に、予測した横加速度に応じて各車輪の荷重を予測し、このように予測した各輪の荷重量に応じて前記各クラッチ装置の伝達駆動力をそれぞれ制御する制御手段とを備えてなることを特徴とする駆動力制御装置。
- (2) 各車輪に駆動力を検出するトルクセンサを設け、前記制御手段は、前記予測した各車輪の荷重に応じて左右の車輪の駆動力比を演算し、前記トルクセンサが検出する各駆動力が、演算した駆動力比に合致するように前記各クラッチ装置の伝達駆動力をフィードバック制御することを特徴とする請

求項1の駆動力制御装置。

- (3) 前記制御手段は、前記予測した各車輪の荷重に応じ、前記各クラッチ装置の伝達駆動力を直接制御することを特徴とする請求項1の駆動力制御装置。

- (4) 前記各車輪の駆動軸にブレーキ装置を含んでなり、前記制御手段は、前記予測した各車輪の荷重に応じ前記各ブレーキ装置の制動力を制御することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の駆動力制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、前輪および後輪の少なくとも一方の、左右の車輪に駆動力(駆動トルク)を伝達する各駆動軸にそれぞれ介装されたクラッチ装置を備えた駆動力制御装置に関する。

(従来の技術)

自動車の運動性能向上や悪路走破性を向上するために、従来、4輪駆動車が知られている。従来の4輪駆動車は、例えば、第10図に示すように、

エンジンEからの駆動力を、油圧湿式多板クラッチCL1、CL2により前後輪にトルク配分している。そして、クラッチCL1、CL2から前輪および後輪への駆動力は、差動ギアD1、D2を介して各左右の車輪に伝達され、これらの差動ギアD1、D2により左右輪の回転速度差を吸収している。

この従来の4輪駆動車は、例えば、前後輪の回転速度差、ヨーレート、横加速度等に応じ、前後輪への駆動力配分を決定し、種々の走行状態に適合する運動性能を実現しようとしている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、従来の4輪駆動車においては、前後輪の駆動力配分だけでは、実現可能な走行領域が充分満足できる程度にまで拡大されてはいない。特に、旋回時のステアリングレスポンスや操縦安定性の点では充分とは言えなかった。

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、特に、左右輪の駆動力比を積極的に最適値に制御して、ステアリングのレスポンスの

演算し、前記トルクセンサが検出する各駆動力が、演算した駆動力比に合致するように前記各クラッチ装置の伝達駆動力をフィードバック制御することもできる。

更に、前記各車輪の駆動軸にブレーキ装置を含んで構成し、前記制御手段は、前記予測した各車輪の荷重に応じ前記各ブレーキ装置の制動力を制御することにより、減速時の車両運動性能をより一層向上させることができる。

(作用)

左右の車輪に駆動力を伝達する各駆動軸にそれぞれ介装されたクラッチ装置は、これを断接ないしはスリップ量を制御することにより、左右の車輪に伝達される駆動力比を任意に制御することができる。そして、制御手段が舵角と車速とに基づいて演算した横加速度に応じて各車輪の荷重量を予測し、このように予測した各輪の荷重量に応じて前記各クラッチ装置の伝達駆動力を制御することにより、左右輪の駆動力比が最適値に制御される。

向上や操縦安定性の向上を図った駆動力制御装置を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

上述の目的を達成するために本発明によれば、左右の車輪に駆動力を伝達する各駆動軸にそれぞれ介装されたクラッチ装置と、ステアリング装置の操舵角を検出する舵角センサと、車速を検出する車速センサと、舵角センサが検出する舵角と車速センサが検出する車速とに基づいて車両に発生する横加速度を予測すると共に、予測した横加速度に応じて各車輪の荷重を予測し、このように予測した各輪の荷重量に応じて前記各クラッチ装置の伝達駆動力をそれぞれ制御する制御手段とを備えてなることを特徴とする駆動力制御装置が提供される。

好ましくは、前記制御手段は、前記予測した各車輪の荷重に応じ、前記各クラッチ装置の伝達駆動力を直接制御することもできるし、各車輪に駆動力を検出するトルクセンサを設け、前記予測した各車輪の荷重に応じて左右の車輪の駆動力比を

(実施例)

以下、本発明の実施例を図面に基いて詳細に説明する。

第1図は、本発明の第1の実施例として、4輪独立駆動車の例を示し、この第1の実施例の車両には、差動装置を備えておらず、左右の前輪FL、FRおよび左右の後輪RL、RRはそれぞれクラッチ10～13を介してエンジンEに連結されている。

より詳細には、エンジンEの駆動力は、エンジン出力軸に固設されるギア15、このギア15に噛合し、プロペラシャフト16に固設されたギア16a、およびプロペラシャフト16を介して前後のアクスルシャフト18、19に伝達される。前輪側のアクスルシャフト18にはその左輪FL側にクラッチ10が、右輪FR側にクラッチ11が配設され、前輪側のアクスルシャフト18に伝達されたエンジンEからの駆動力は、このクラッチ10および11を介し、各クラッチの断接状態、或いはスリップ状態により決定される左右輪の伝

達駆動力比に応じて配分された駆動力が各輪FL、FRに伝達される。前輪の各車輪FL、FRの伝達トルクは、各輪毎に取り付けられた駆動力センサ41、42により検出され、この検出値は電子制御装置(ECU)40に供給される。なお、駆動力センサとしては、種々のものが適用できるが、例えば、歪ゲージ式や磁歪式のものを使用してもよい。

後輪側のアクスルシャフト19も同様に、左輪RL側にクラッチ12が、右輪RR側にクラッチ13が配設され、後輪側のアクスルシャフト19に伝達されたエンジンEからの駆動力は、このクラッチ12および13を介し、各クラッチの断接状態、あるいはスリップ状態により決定される左右輪の伝達駆動力比に応じて各輪RL、RRに伝達される。後輪の各車輪RL、RRの伝達トルクは、各輪毎に取り付けられた駆動力センサ43、44により検出され、この検出値は電子制御装置40に供給される。

なお、各クラッチ10～13を断接しないしはス

リップさせて回転数比を制御することにより、左右輪ないしは4輪の駆動力比を制御することもできる。各輪の回転数は、各輪毎に取り付けられた車輪速センサ46～49により検出され、検出値は電子制御装置40に供給される。

上述したクラッチ10～13は、電磁式のものや電磁粉体クラッチでもよいが、本実施例では湿式多板油圧クラッチが適用され、これらのクラッチは油圧制御装置20から供給される高圧の油圧により摩擦係合して駆動トルクを伝達する。なお、油圧制御装置20は、いずれも図示しないが、エンジンEの駆動により油圧を発生させる油圧ポンプ、電子制御装置40からの制御信号により各クラッチへの作動油圧の給排を制御する制御バルブ等を備えている。

電子制御装置40には、上述したセンサの他に各種センサ、例えば、エンジンEの駆動力を検出するトルクセンサ、車体に発生するヨーレートを検出するヨーレートセンサ51、同じく前後加速度を検出する前後Gセンサ52、横加加速度を検出

する横Gセンサ53、ステアリングの操舵角を検出するステアリング角度センサ55、ブレーキの踏み込みを検出するブレーキセンサ56、エンジンEの吸気通路に配設されたスロットル弁の弁開度を検出するアクセル開度センサ57等が接続され、これらのセンサの検出信号が電子制御装置40に供給される。

電子制御装置40は、駆動力制御プログラムを実行してクラッチの作動量等を演算する中央演算装置(CPU)、前述の制御プログラムや種々の定数値、演算結果等を記憶する記憶装置(ROM、RAM等)、前述の各種センサからの検出値を入力して、フィルタリング、信号増幅、A/D変換等の入力処理や、演算結果に基づいて制御信号を出力する入出力装置(I/Oインターフェイス)等から構成されている。

次に、第2A図および第2B図を参照して、電子制御装置40により実行される横加加速度見込み制御手順について説明する。なお、電子制御装置40は、ステアリング角度センサ55の入力信号

を常に監視しており、ステアリング角の絶対値が所定値を越えると第2A図および第2B図に示す横加加速度見込み制御の実行を開始し、制御が完了するまで繰り返しこのルーチンを実行する。

この横加加速度見込み制御が実行されると、まず、電子制御装置40は、車輪速センサ46～49から各車輪速信号を読み込み(ステップS10)、これらの値を平均して車速 $V_w$ を演算する(ステップS12)。次に、ステアリング角度センサ55からステアリング角信号を読み込み(ステップS14)、上述のようにして求めた車速 $V_w$ とステアリング角 $\delta_s$ から、次式(A1)に基づき車体に発生する横加加速度 $G_y$ を予測・演算する(ステップS16)。

$$G_y = K_1 \times (\delta_s \times V_w^2) / L \quad \dots\dots(A1)$$

ここに、 $L$ はホイールベース、 $K_1$ は定数である。

次に、上述のようにして演算した横加加速度 $G_y$ から左右輪の荷重移動量 $\Delta W_y$ を、次式(A2)から予測・演算する(ステップS18)。

$$\Delta Wy = K_z \times (M \times H / d) \times Gy \dots\dots(A2)$$

ここに、 $d$ はトレッド、 $M$ は車重、 $H$ は重心高さ、 $K_z$ は定数である。

そして、トルクセンサ50が検出するエンジンEの駆動トルク $T_E$ の正負からエンジンEが駆動状態にあるか制動状態にあるかを判別し、判別結果と上述のようにして求めた荷重移動量 $\Delta Wy$ から各輪の荷重に比例した駆動力配分比 $\alpha$ を演算する(ステップS20)。

駆動力の配分比 $\alpha$ の演算が終わると、電子制御装置40は前後Gセンサ52からの前後加速度信号を読み込み(ステップS22)、この前後加速度から前後荷重移動量を演算して前後輪への駆動力配分比 $\beta$ を演算し(ステップS24)、この配分比 $\beta$ から前後輪の駆動力 $T_{rL}$ 、 $T_{rR}$ 及び前後の各左右輪の目標駆動力 $T_{rL}$ 、 $T_{rR}$ 、 $T_{sL}$ 、 $T_{sR}$ をそれぞれ次式(A3)~(A8)により演算する(ステップS26)。

$$T_{rL} = \beta \times T_E \dots\dots(A3)$$

$$T_{rR} = (1 - \beta) \times T_E \dots\dots(A4)$$

$$T_{sL} = \alpha \times T_E \dots\dots(A5)$$

$$T_{sR} = (1 - \alpha) \times T_E \dots\dots(A6)$$

$$T_{sL} = \alpha \times T_E \dots\dots(A7)$$

$$T_{sR} = (1 - \alpha) \times T_E \dots\dots(A8)$$

電子制御装置40は、この様に演算した各輪の目標駆動力に基づき、各輪の駆動力センサ41~44からの駆動力信号を監視しながら、油圧制御装置20に制御信号を出力して各クラッチ10~13の作動油圧を調整し、各輪の駆動力を目標駆動力にフィードバック制御する(ステップS28)。このフィードバック制御方法には種々のものがあり、いずれの方法を採用するかは特に限定されるものでない。

なお、上述の実施例では、ステアリング角が所定値範囲を越えたとき、第2A図および第2B図の横加速度見込み制御を開始するようにしたが、この横加速度見込み制御の開始条件は、ステアリング角と車速により判別するようにしてもよい。第3図は、ステアリング角と車速とにより車両の直進領域、すなわち、上述の横加速度見込み制御

を実行しない領域を規定するマップを示すもので、図中斜線で示す領域で車両が走行しているとき、直進していると判定し、この斜線領域を外れると、横加速度見込み制御を開始するのである。

第2A図および第2B図に示す実施例では、演算した荷重移動量から各輪の目標駆動力を求め、各輪の駆動力をこの目標駆動力に合致するように各クラッチ10~13の係合力ないしはスリップ量をフィードバック制御したが、第2B図の各ステップを第4図に示すステップに代えて、荷重移動量から左右輪のクラッチの油圧指令値を直接演算し(ステップS20a)、演算した指令値に基づき、各油圧を直接制御するようにしてもよい(ステップS22a)。すなわち、ステップS22aでは油圧制御装置20の各バルブ指令値をオープンループ制御するのである。

このような制御は、第2A図および第2B図に示す制御方法より制御精度が多少劣ることも考えられるが、各輪の駆動力センサが不要となり、構成が簡略化することができる。

なお、左右輪の駆動力比(第2B図のステップS20)やバルブ指令値(第4図のステップS20a)は、演算した横加速度や荷重移動量に応じて前述の記憶装置からマップ値として読み出すようにしてもよい。

本発明は、第5図に示すように、各輪のブレーキ装置22~25を個別に制御可能に構成し、前述した横加速度見込み制御における各輪の駆動力制御に加え、予測した各車輪の荷重に応じて、制動時の各輪の制動力比を設定し、設定した制動力比に応じて各ブレーキ装置の液圧を制御するようにしてもよい。このように構成すれば、減速時のステアリングの応答性が更に向上し、走行限界が向上して車両運転性能が著しく向上することになる。なお、第5図には、電子制御装置40やセンサ類は省略されているが、第1図の対応する構成要素には同じ符号が付されており、駆動力制御方法や制動力制御方法は上述した実施例の説明から容易に推考できるので、その詳細な説明は省略する。

第6図は、第1図に示す4輪駆動車のプロペラシャフト16にセンタデフ28を介装して構成したものであり、この場合、前後輪への駆動力の配分は、センタデフ28により行われ、前後輪のクラッチ装置によりこれを行う必要がない。第1図に示す4輪独立駆動車においては、旋回時の差動、すなわち各輪の回転速度差を吸収しながら最適なトルク配分を実現するには、一輪を直結にして残りの車輪をスリップ制御させる必要があり、制御が複雑になる虞もあるが、センタデフ28を介装することにより、電子制御装置40による前後輪の駆動力の配分を考える必要がなくなり、駆動力配分の制御がそれだけ容易になるという利点がある。この場合、センタデフ28には、所謂ビスカスカップリング(VCU)等の差動制限装置を備え、この差動制限装置により差動制限を加えることも有効である。

第7図は、本発明の別の実施態様を示し、前輪側にのみクラッチ装置10、11を介装し、後輪側は、差動装置30と作動制限装置32を介して

作動させて差動制限制御を行うことができる。すなわち、第7図の構成の場合には、後輪側に差動装置30を備えているので、操舵時であっても必ずしもクラッチによる駆動力配分制御を行う必要がないことになる。

なお、第7図に示す差動制限装置32は、種々の公知のものを適用することができる。また、前後輪のどちらにクラッチ装置を介装するかは、特に限定されるものでなく、後輪側のアクスルシャフトにクラッチ装置を介装し、前輪側に差動装置と差動制限装置とを配設するようにしてもよい。

第8図は、センタデフ(C/D)を有する従来の4輪駆動車と、本発明の4輪独立駆動車とについてシュミレーションによる特性計算を行い、180°旋回コースを加速旋回中に、エンジンブレーキによって減速を行ったときの、実舵角の時間変化を比較したものである。なお、計算条件としては、第9図に示すように、アプローチ距離 $L_a$ が15m、初期速度30km/h、加速度( $G_x$ )を0.2G、減速度を-1.5G、路面 $\mu$ を1.0とし、第9図のX-Y地

エンジンEに連結される構成のものである。より具体的には、後輪からエンジンEの駆動力の伝達は、プロペラシャフト16から作動装置30を介して左右のアクスルシャフト19a、19bに伝達され、各輪RL、RRを駆動する。作動制限装置32は左右のアクスルシャフト19a、19b間に介装されるもので、その作動は電子制御される。

第1図に示す構成の4輪独立駆動車においては、各輪の駆動力を独立して制御する必要のない通常走行の場合であっても、ステアリング角が所定値以上に操舵されるとクラッチ装置の作動制御が開始され、クラッチの断接やスリップ量制御を必ず行わなければならない。

一方、第7図の構成のものにあっては、通常走行では前輪側のクラッチ10、11および差動制限装置32をオフ状態にし、後輪駆動のみで走行し、必要時に前輪側のクラッチ10、11の駆動力配分制御(例えば、前述した横加速度見込み制御)を行うと共に、後輪側の差動制限装置32を

点間が加速、Y地点以降が減速状態にあるものとして計算をおこなった。

従来のセンタデフ付4輪駆動車では、加速時にはアンダステア(US)傾向が強く、減速時にはオーバステア(OS)傾向が強い特性であるため、減速の際に大きくステアリングを切り戻す必要がある。一方、本発明の横加速度見込み制御の場合には、加減速の影響を受けにくく、中立ステアリング(NS)に近い特性を有している。横加速度見込み制御の場合には、ステアリング操作によって直接左右輪のトルク配分を行い、ヨーモーメントを発生するため、修正操舵が有効に作用し、ステアリング操作量が小さくて済むものと考えられる。

上述のシュミレーション結果は、前後のトルク配分比は荷重比例として得られたものであるが、前後配分比を50:50に固定してもその影響は殆どない。すなわち、旋回時においては、本来前後トルク配分の影響は、左右トルク配分のそれに比べて小さいこと、また、左右の荷重移動に比べて前

後の荷重移動は小さく、加減速による配分比の変化が小さいことによると考えられる。この結果からも明白のように、センタデフ(C/D)を有する従来の4輪駆動車における、前後のトルク配分の制御よりも、本発明の駆動力制御装置を備える車両の、左右のトルク配分の制御の方が有効であることを示している。

(発明の効果)

以上詳述したように、本発明の駆動力制御装置によれば、予測した横加速度に応じて各車輪の荷重を予測し、このように予測した各輪の荷重量に応じて左右輪の駆動力比を積極的に制御するので、旋回時のタイヤの空転が防止され、走行限界が向上し、ステアリングのレスポンスの向上や操縦安定性の向上を図ることが出来る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の駆動力制御装置の概略構成を示すブロック図、第2A図および第2B図は、第1図の電子制御装置40により実行される横加速度見込み制御の制御手順を示すフローチャート、

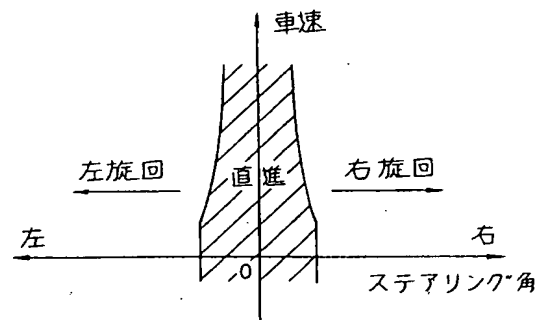
シャフト、19…後輪側アクスルシャフト、20…油圧制御装置、28~25…ブレーキ装置、28、30…差動装置、32…差動制限装置、40…電子制御装置(ECU)、41~44…車輪速センサ、47~49…駆動力センサ、50…トルクセンサ、51…ヨーレートセンサ、52…前後Gセンサ、53…横Gセンサ、55…ステアリング角度センサ。

出願人 三菱自動車工業株式会社  
代理人 弁理士 長 門 侃 二

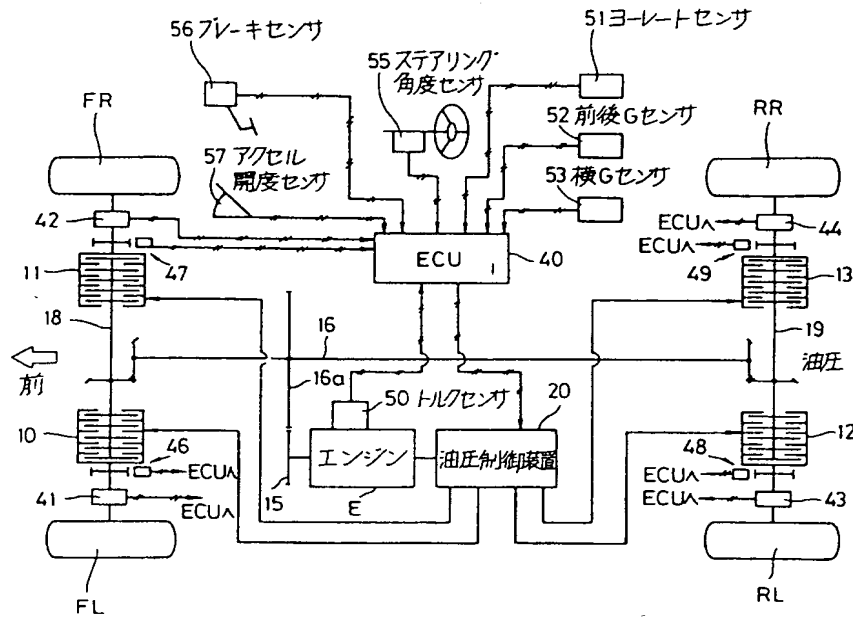
第3図は、ステアリング角と車速とにより区画され、車両の直進領域を示すグラフ、第4図は、第2B図の変形例を示し、予測された荷重移動量に応じクラッチ装置を直接制御する制御手順を示すフローチャート、第5図は、各輪にクラッチ装置と個別制御可能なブレーキ装置とを配設した構成の、本発明に係る駆動力制御装置の変形例を示すブロック図、第6図は、前後輪の駆動力配分を、センタデフにより行う構成の、本発明に係る駆動力制御装置の変形例を示すブロック図、第7図は、前輪側にのみクラッチ装置を配設し、前輪の左右輪の駆動力配分を制御する、本発明に係る駆動力制御装置の変形例を示すブロック図、第8図は、従来のセンタデフ付4輪駆動車と本発明の4輪独立駆動車との運動性能を比較した、180°旋回挙動を示し、実舵角の時間変化のグラフ、第9図は、第8図の180°旋回走行コースを示すグラフ、第10図は、従来の4輪駆動車の構成を示すブロック図である。

11~13…クラッチ、18…前輪側アクスル

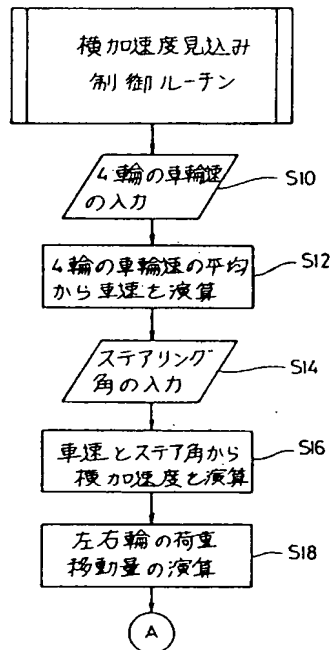
### 第3図



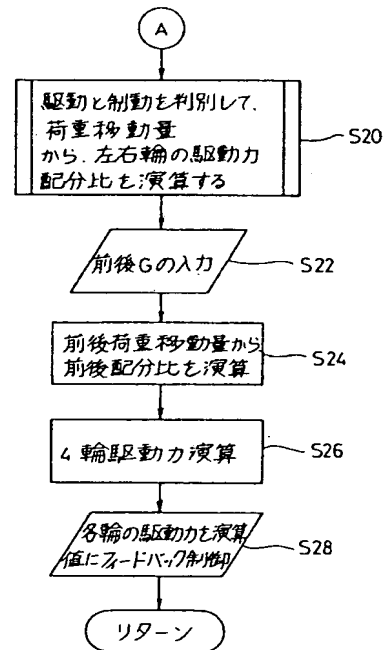
第 1 図



第 2A 図

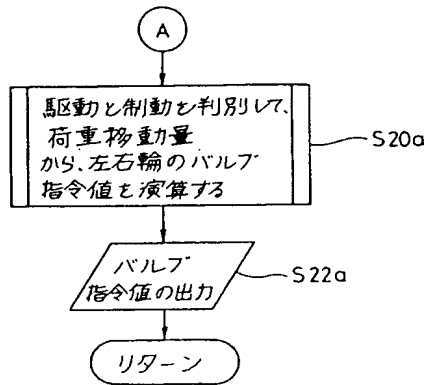


第 2B 図

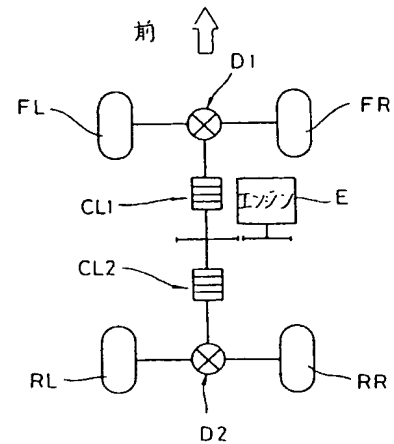




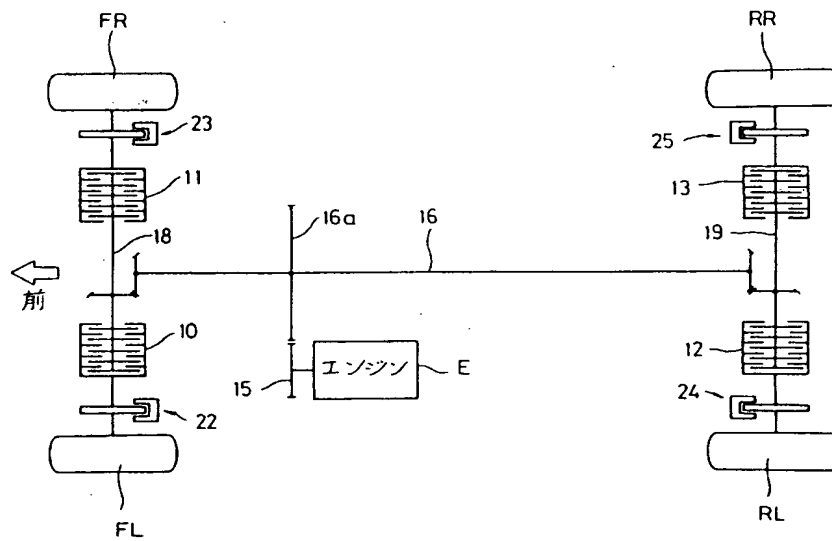
第 4 図



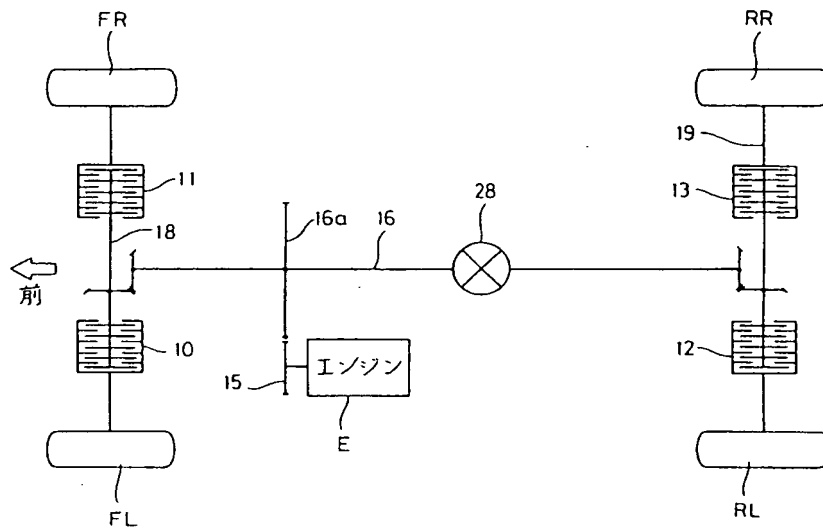
第 10 図



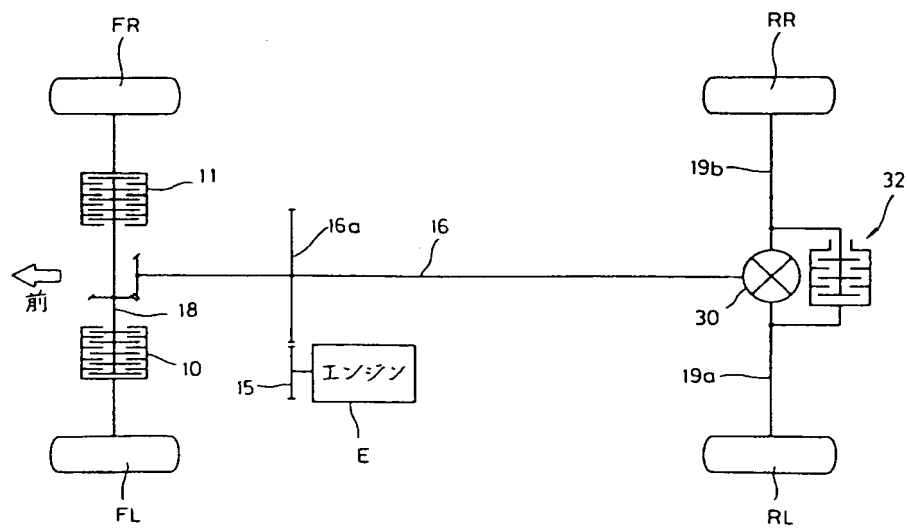
第 5 図



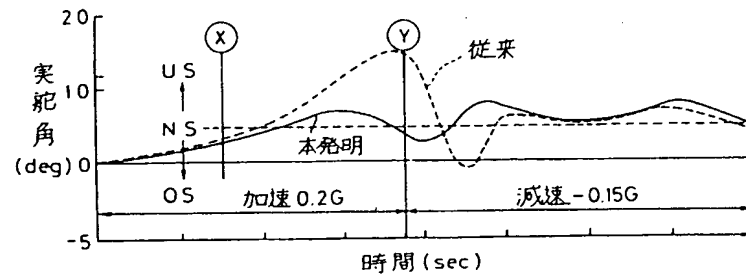
第 6 図



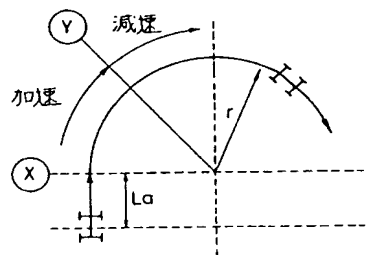
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 1 頁の続き

⑤Int. Cl. <sup>5</sup>

// B 60 K 41/24  
B 62 D 6/00  
B 62 D 101:00  
103:00  
109:00  
111:00  
113:00  
137:00

識別記号

片内整理番号

8920-3D  
9034-3D

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**